GRUPO I

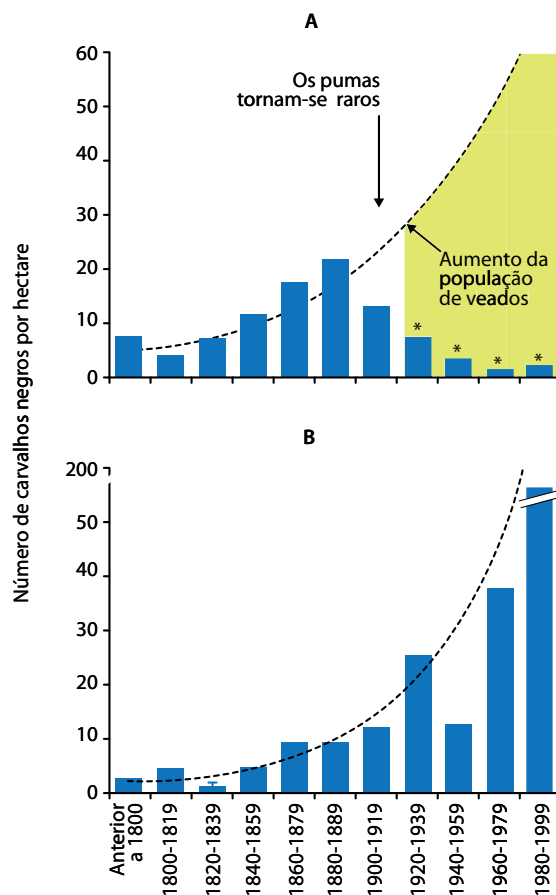
Parque de Yosemite

O Parque de Yosemite localiza-se na Califórnia (EUA), e foi criado em 1890. Após a sua criação, o número de visitas turísticas aumentou exponencialmente, tendo sido desenvolvida uma campanha de eliminação do lobo, de caça ao puma e proteção dos veados da caça furtiva.

Nalguns vales deste parque verificou-se um declínio na distribuição de algumas espécies vegetais, principalmente do carvalho negro *Quercus kelloggii* e da *Oenothera hookeri*, um arbusto com umas flores particularmente bonitas e emblemáticas. A redução destas espécies vegetais iniciou-se após a eliminação do lobo (*Canis lupus*) do parque, que terá ocorrido por volta de 1930. O grande e único predador do parque passou a ser o puma (*Puma concolor*), que é muito esquivo e evita áreas habitadas por seres humanos.

Para perceber os motivos que levaram à redução das populações, os cientistas americanos Ripple e Beschta realizaram um estudo em duas áreas do parque: uma num vale com presença humana e veados abundantes; e outra numa área isolada e de difícil acesso aos veados. Os resultados encontram-se representados na figura 1. Nas amostras indicadas com (*), os investigadores apenas identificaram plantas mais velhas, com ausência quase total de plantas jovens ou rebentos na base do tronco das plantas mais velhas, pois são fonte de alimento dos veados.

Fig. 1 - Distribuição das populações de carvalho negro em dois locais distintos e desde 1800. (A) Distribuição do carvalho numa região frequentada por seres humanos e (B) numa região com reduzido número de veados devido ao seu isolamento. Figura adaptada de: Ripple e Beschta (2008), *Trophic cascades involving cougar, mule deer, and black oaks in Yosemite National Park, Biological Conservation 141: 1249-1256.*

Um outro estudo efetuado no Parque Nacional de Yellowstone (EUA) permitiu concluir que a eliminação dos lobos, há mais de 70 anos, também levou ao declínio de algumas espécies florestais. A reintrodução do lobo em 1995 permitiu o início da regeneração destas espécies em Yellowstone.

1. Faça corresponder cada uma das afirmações da coluna A, respeitantes aos dados fornecidos, a um dos números que constam da coluna B. Utilize cada letra apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
A. No parque de Yosemite, os bosques mais próximos das áreas habitadas e frequentadas pelos humanos apresentam mais plantas jovens e rebentos na base das plantas velhas. **B.** Os predadores de topo provocam a redução de todas as populações que se encontram em níveis inferiores das cadeias alimentares. **C.** A atividade humana atua como agente de seleção dos seres vivos. **D.** A reintrodução do lobo em Yosemite poderá auxiliar a recuperar as populações de *O. Hookeri*. **E.** As espécies que são consumidas pelo veado e apresentadas no estudo pertencem ao mesmo género. **F.** A inclusão das espécies *O. Hookeri* e *Q. kelloggii* no grupo das plantas não comestíveis corresponde a uma classificação prática. **G.** Na região com menos veados, a população de carvalhos negros possui plantas maduras e jovens. **H.** Quando os ecossistemas entram em desequilíbrio não é possível restabelecer novamente as condições iniciais.	**I.** Afirmação apoiada pelos dados. **II.** Afirmação negada pelos dados. **III.** Afirmação sem relação com os dados.

Na resposta a cada um dos itens de **2** a **5**, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

2. A hipótese experimental do estudo efetuado por Ripple e Beschta em Yosemite era de que...

(A) ... os lobos são predadores de topo que reduzem as populações de herbívoros.
(B) ... os pumas não caçam os veados nas proximidades de zonas habitadas e frequentadas por seres humanos.
(C) ... o ecossistema local não depende da presença de carnívoros de topo.
(D) ... a falta de predadores de topo num ecossistema pode alterar a distribuição de outros seres vivos.

3. A principal conclusão do estudo foi que...

(A) ... os pumas compensaram a eliminação da população de lobos em 1930.
(B) ... o aumento da população de veados, em resultado da diminuição dos seus predadores, leva a um maior consumo de plantas jovens reduzindo a regeneração das populações vegetais.
(C) ... a eliminação do lobo do Parque de Yosemite em 1930 podia ter sido compensada com a reintrodução de veados nas zonas de relevo muito acidentado.
(D) ... a eliminação de carnívoros aumenta a área de distribuição de organismos produtores primários como por exemplo os carvalhos.

4. O lobo, os carvalhos negros e os veados podem ser distinguidos entre si...

(A) ... por dois deles serem autotróficos e um heterotrófico.
(B) ... pela sua posição nas cadeias alimentares.
(C) ... pela ausência ou presença de determinados organelos celulares, como por exemplo, as mitocôndrias.
(D) ... por um ser procarionte e os outros dois serem eucariontes.

5. Quando os veados se alimentam das plantas em perigo de extinção, os alimentos passam por um sistema digestivo __________, e os nutrientes transportados no seu sangue são distribuídos a todas as células num sistema circulatório duplo ________.

(A) completo (...) completo

(B) incompleto (...) completo

(C) completo (...) incompleto

(D) incompleto (...) incompleto

6. Os rebentos que são ingeridos pelos veados têm como principal função para a planta realizar a _________, recebendo das raízes água e sais minerais cujo transporte está dependente da existência de __________ .

(A) respiração aeróbia (...) tensão-coesão-adesão

(B) respiração aeróbia (...) um gradiente de sacarose

(C) fotossíntese (...) tensão-coesão-adesão

(D) fotossíntese (...) um gradiente de sacarose

7. Explique, recorrendo aos dados apresentados sobre Yosemite, em que medida a proteção do *habitat* se revela insuficiente para uma preservação efetiva de algumas espécies.

GRUPO II

A idade e geologia de Marte

Um estudo recente, publicado na reputada revista *Nature*, sugere que a formação do planeta Marte foi mais rápida do que se pensava. Estudos anteriores indicavam que Marte ter-se-ia formado durante 50 Ma, mas este valor foi revisto para apenas 2 a 4 Ma, e logo após a formação do Sistema Solar. Estes números são muito inferiores aos 50 a 100 Ma previstos para a Terra.

O estudo da idade de formação de Marte foi baseado em amostras de meteoritos recolhidos na Terra, e cuja composição e textura indicavam que tinham sido formados a partir do manto de Marte. Estes meteoritos formaram-se quando outros corpos chocaram contra Marte e ejetaram material para o espaço. As conclusões acerca da idade foram baseadas no estudo da desintegração radioativa do háfnio-182 (H-182) nos meteoritos recolhidos na Terra. O H-182 possui um tempo de semivida de aproximadamente 9 Ma, convertendo-se no tungsténio-182 (W-182).

Em termos geológicos, Marte sofreu processos semelhantes aos da Terra, embora possua uma massa 10 vezes inferior. Em termos de proporção relativamente ao planeta, Marte possui, aparentemente, um núcleo semelhante ao da Terra e de Vénus, com uma parte externa líquida e uma parte interna no estado sólido.

A atmosfera de Marte é muito fina e composta essencialmente por dióxido de carbono, não se conhecendo vestígios de água à superfície. No entanto, a existência de vales e canais secos (aparentemente formados por rios) e minerais que se formaram na presença de água indicam a existência desta há mais de 3500 Ma.

A figura 2 apresenta um corte estratigráfico ao longo da escarpa de uma cratera formada por um choque de um meteorito, e que ficou preenchida na base por lava (não se encontra representada na figura) e vários estratos formados por rochas sedimentares.

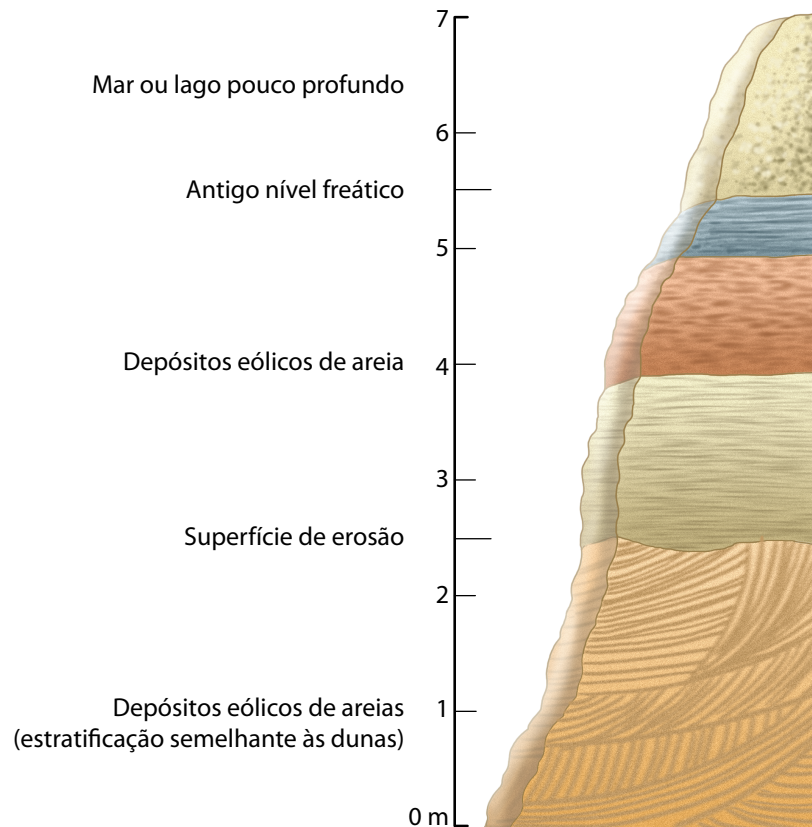



Fig. 2

1. Ordene as letras de A a F de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a formação dos Sistema Solar de acordo com a Hipótese Nebular. Inicie pela letra A.

(A) Rotação de uma nébula de poeiras e gás.
(B) Formação da Terra e dos restantes planetas do Sistema Solar.
(C) Ocorrência da diferenciação interna do planeta Marte.
(D) Formação de proto-planetas a partir de planetesimais.
(E) Acreção de pequenos fragmentos rochosos.
(F) Formação do satélite natural da Terra.

2. Classifique como verdadeira (**V**) ou falsa (**F**) cada uma das seguintes afirmações respeitantes a alguns aspetos geológicos de Marte.

(A) Marte é um planeta geologicamente inativo, não se registando fenómenos vulcânicos.
(B) A acreção de planetesimais foi mais intensa nos últimos 3000 Ma.
(C) As lavas que estão nas crateras são mais recentes do que os estratos sedimentares.
(D) A velocidade com que Marte se formou pode explicar o facto de ser mais pequeno do que a Terra ou Vénus.
(E) As sucessões de estratos sedimentares indicam que o clima de Marte terá variado ao longo do tempo.
(F) A unidade que se encontra na base no corte da figura 3 possui uma idade inferior a 3500 Ma.
(G) O estudo do decaimento radioativo depende do conhecimento da razão entre os isótopos H-182 e W-182 no manto de Marte.
(H) A existência de CO_2 é suficiente para que plantas transportadas por missões espaciais sobrevivam no solo de Marte, pois são capazes de fixar o carbono e formar açúcares.

Na resposta a cada um dos itens de **3** a **6**, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

3. Em termos de composição química, os meteoritos ________ possuem ________ teor de ferro do que os siderólitos.

(A) sideritos (...) maior
(B) aerólitos (...) maior
(C) sideritos (...) igual
(D) aerólitos (...) igual

4. Tendo em conta o tempo de semivida do H-182, uma amostra contendo $\frac{1}{4}$ do teor inicial de H-182 terá uma idade aproximada de...

(A) ... 13,5 milhões de anos.
(B) ... 12,5 milhões de anos.
(C) ... 18 milhões de anos.
(D) ... 4,5 milhões de anos.

5. As rochas à superfície de Marte possuem uma idade média superior a 3000 Ma, enquanto que as da Terra possuem uma idade média na ordem dos 500 Ma, pois...

(A) ... Marte formou-se mais cedo do que a Terra.
(B) ... Marte foi um planeta geologicamente mais ativo após a sua formação.
(C) ... as condições ambientais em Marte impediram a sua meteorização química e mecânica ao longo do tempo.
(D) ... na Terra ocorrem processos de geodinâmica interna e externa que reciclam as rochas.

6. A Teoria Colisional é a mais aceite atualmente para explicar a formação da lua, defendendo que na fase final de formação da Terra, esta teria sido alvo do impacto de um corpo celeste com dimensões semelhantes ao planeta Marte. Desta colisão, terá resultado a projeção de elevadas quantidades de materiais que...

(A) ... ficaram a orbitar em redor da Terra, tendo formado um planeta primário.
(B) ... contribuíram para a formação da cintura de asteroides.
(C) ... voltaram a chocar essencialmente contra a Terra.
(D) ... ficaram a orbitar em redor da Terra devido à sua atração gravítica, tendo-se agregado num satélite natural.

7. Relacione a pesquisa de vida extraterrestre com a deteção de água nos diferentes planetas estudados.

8. O estudo da estrutura interna da Terra recorre a diversos métodos, mas a sismologia possui um especial destaque. Explique a dificuldade de aplicação deste método no estudo da estrutura interna de Marte.

GRUPO III

Associações endossimbióticas nos protistas

As atuais associações simbióticas que se estabelecem entre protistas são alvo de estudo aprofundado, pois permitem-nos compreender os processos de endossimbiose que ocorreram no passado.

A *Hatena arenicola* é um protista flagelado que foi descoberto em 2006 na zona entre marés na costa japonesa, alimentando-se de diversas espécies de algas verdes unicelulares. Possui um ciclo de vida muito particular, que inclui a associação com uma alga do género *Nephroselmis*.

Nas populações naturais de *H. arenicola* as células contêm um endossimbionte, que se encontra rodeado por uma membrana de origem ainda desconhecida. Após o estabelecimento da associação, diversos componentes do endossimbionte são degradados, nomeadamente as mitocôndrias, o citoesqueleto e os flagelos. Para confirmar que corresponde ao organismo englobado, o plastídeo de *H. arenicola* foi alvo de análises de sequências de DNA que codificam RNA ribossomal, tendo-se confirmado a sua identidade.

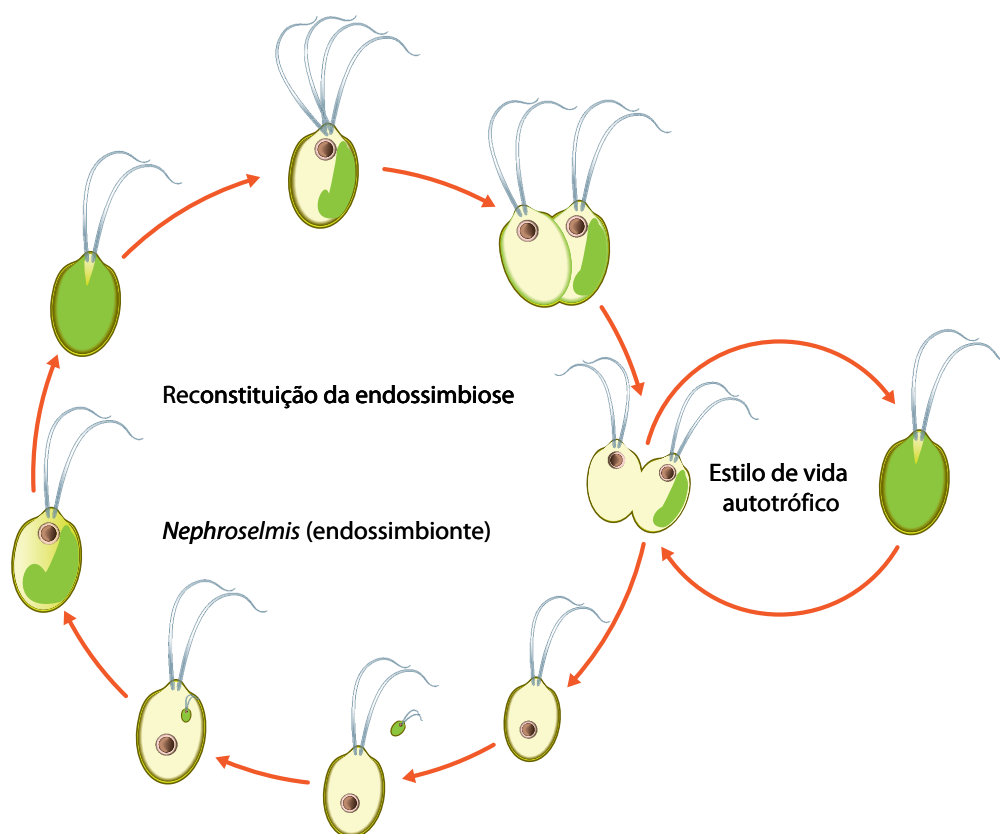



Fig. 3 – Ciclo de vida da *Hatena arenicola*, evidenciando estabelecimento de uma relação de endossimbiose com algas do género *Nephroselmis*.

Na resposta a cada um dos itens de **1** a **4**, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. Tendo em conta os dados da figura, é possível concluir que a associação…

(A) … não é obrigatória para ambos os indivíduos, e aquando da divisão apenas uma das células de *H. arenicola* recebe o endossimbionte.

(B) … é obrigatória pelo menos para um dos indivíduos, e aquando da divisão apenas uma das células *H. arenicola* recebe o endossimbionte.

(C) ... não é obrigatória para ambos os indivíduos, e aquando da divisão ambas as células de *H. arenicola* recebem o endossimbionte.
(D) ... é obrigatória pelo menos para um dos indivíduos, e aquando da divisão ambas as células de *H. arenicola* recebem o endossimbionte.

2. O estabelecimento da associação endossimbiótica representada na figura implica a...
(A) ... endocitose de *Nephroselmis* e o aumento das trocas metabólicas entre os microrganismos.
(B) ... exocitose de *Nephroselmis*.
(C) ... endocitose de *Nephroselmis* e a libertação de enzimas digestivas no compartimento celular onde se encontra a *Nephroselmis*.
(D) ... exocitose de *H. arenicola*.

3. A endossimbiose permitiu o aparecimento de células __________, contendo estruturas celulares, tais como ___________.
(A) procariontes (...) ribossomas
(B) eucariontes (...) ribossomas
(C) procariontes (...) mitocôndrias
(D) eucariontes (...) mitocôndrias

4. As sequências de DNA que codificam RNA ribossomal nos plastídeos de *H. arenicola* e que foram analisadas apresentavam na sua constituição...
(A) ... desoxirribose e glicerol.
(B) ... ribose e grupos fosfato.
(C) ... desoxirribose e grupos fosfato.
(D) ... ribose e glicerol.

5. Mencione duas evidências que suportem o facto de o plastídeo englobado não corresponder a um organelo completamente integrado.

6. Das seguintes afirmações, selecione as duas que correspondem a eventos que ocorrem durante o ciclo de vida da *H. arenicola* representado na figura 3.
(A) Ocorre um aumento significativo do tamanho do cloroplasto antes do estabelecimento da relação endossimbiótica.
(B) Aquando da divisão celular, ambas as células recebem o endossimbionte.
(C) O endossimbionte mantém a capacidade de sintetizar ATP a partir do metabolismo fotossintético.
(D) O hospedeiro adquire a capacidade de se tornar heterotrófico após o estabelecimento da associação endossimbiótica.
(E) O endossimbionte evolui para um organelo estável e integrado metabolicamente com o hospedeiro.
(F) O endossimbionte perde a capacidade de sintetizar ATP a partir do metabolismo aeróbio.
(G) Forma-se uma associação entre organismos que pertencem ao mesmo reino e género.
(H) Ocorrem divisões mitóticas e meióticas durante o ciclo de vida representado.

7. Relacione o estabelecimento da relação de endossimbiose descrita entre os dois microrganismos com a degeneração do sistema de vesículas digestivas da *H. arenicola*.

GRUPO IV

Depósitos de volfrâmio em Portugal

Portugal possui a segunda maior mina de volfrâmio da Europa ainda em exploração - Mina da Panasqueira. Esta mina localiza-se no concelho do Fundão e labora desde o princípio do século XX, com picos de produção durante as duas grandes guerras mundiais. É famosa pelos seus exemplares espetaculares de cristais de quartzo, volframite e apatite.

Em 2004, produziu cerca de 700 toneladas de minério concentrado, mas as reservas incluem valores muito superiores. Para além do volfrâmio (presente na volframite), da Mina da Panasqueira também se extraem cobre (presente na calcopirite) e estanho (presente na cassiterite).

A mina explora filões que se formaram a partir de fluidos hidrotermais com origem no granito. Em redor deste, é possível encontrar rochas muito alteradas devido à circulação destes fluidos e que formam um granito greiseneizado (fig. 4).

A datação dos filões mineralizados e dos granitos foi conseguida com o sistema radiométrico K/Ar. Quantificando em minerais de moscovite, obtiveram-se valores na ordem dos 290 ± 10 Ma para os filões e para o granito. O granito de duas micas, obtido por furos, apresenta uma textura porfirítica (cristais de grandes dimensões no seio de uma matriz com cristais mais pequenos).

Um dos principais impactes das Minas da Panasqueira são as escombreiras de elevada volumetria que se acumularam ao longo de décadas e por onde circulam águas de lixiviação contaminadas. A empresa que explora atualmente as Minas da Panasqueira pretende processar o material da escombreira e recolher algumas toneladas de volfrâmio que foi depositado juntamente com a ganga.

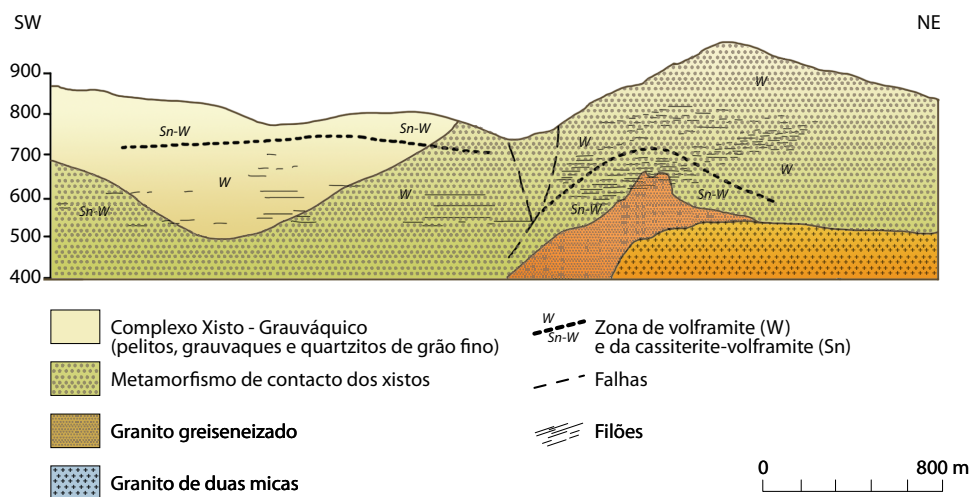



Fig. 4 – Corte esquemático evidenciando as principais rochas e mineralizações de um dos setores da Panasqueira – Barroca Grande. Adaptado de Tadeu (1973).

Na resposta a cada um dos itens de **1** a **6**, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A mineralização rica em volfrâmio e estanho ocorre em filões com posição quase __________ e, preferencialmente, ____________.

(A) horizontal (...) nas rochas formadas por metamorfismo de contacto
(B) vertical (...) nas rochas formadas por metamorfismo de contacto
(C) horizontal (...) no granito greiseneizado
(D) vertical (...) no granito greiseneizado

2. O aumento recente do preço das matérias-primas, como por exemplo, do volfrâmio, tem permitido transformar _________ em _________.

(A) reservas (...) recursos
(B) recursos (...) reservas
(C) depósitos (...) reservas
(D) depósitos (...) recursos

3. Algumas das amostras de quartzo e minerais acessórios que têm sido extraídos da Panasqueira foram enviadas para museus de todo o mundo, pois correspondem a cristais ________, que se formaram em condições de espaço _________.

(A) anédricos (...) limitado
(B) euédricos (...) não limitado
(C) anédricos (...) não limitado
(D) euédricos (...) limitado

4. De acordo com o Princípio da ________, as rochas em que os filões se encaixaram formaram-se há __________de 290 ± 10 Ma.

(A) Interseção (...) menos
(B) Sobreposição (...) mais
(C) Sobreposição (...) menos
(D) Interseção (...) mais

5. Na datação radiométrica efetuada aos granitos e filões foi...

(A) ... quantificado o teor de K e Ar, em que o K aumenta ao longo do tempo e o Ar diminui.
(B) ... determinada a idade de formação do magma que originou os granitos e os filões.
(C) ... determinada a idade de cristalização da moscovite.
(D) ... quantificado apenas o teor de Ar, pois o K não se encontra na amostra.

6. A volframite corresponde a uma série contínua de dois minerais, a hubnerite ($MnWO_4$) e a ferberite ($FeWO_4$). A designação de volframite é frequentemente usada para todas as amostras em que a composição não foi determinada ou se localiza entre os dois membros anteriores.

A hubnerite-ferberite correspondem a _________, pois apresentam a mesma ________.

(A) isomorfos (...) estrutura cristalina
(B) polimorfos (...) estrutura cristalina
(C) isomorfos (...) composição química
(D) polimorfos (...) composição química

7. As escombreiras da maioria das minas são muito suscetíveis aos movimentos em massa nas suas vertentes íngremes, principalmente após períodos de intensa precipitação. Explique em que medida este facto agrava a perigosidade natural das escombreiras, tendo em conta o grau de consolidação dos materiais que compõem a maioria das escombreiras.

8. Faça corresponder cada uma das afirmações respeitantes à Mina da Panasqueira a um dos números que consta da chave. Utilize cada letra apenas uma vez.

Afirmações	Chave
A. Rochas que sofreram mineralização. **B.** São discordantes relativamente ao Complexo Xisto--Grauváquico. **C.** Rochas compostas por material não consolidado. **D.** Afloram no setor SW da região representada na figura. **E.** Sofreram metamorfismo causado essencialmente pelo aumento da temperatura. **F.** Sofreram alterações hidrotermais. **G.** Formaram-se diretamente da cristalização de um magma.	**I.** Rochas do Complexo Xisto-Grauváquico **II.** Granitos **III.** Granito greisenizado **IV.** Rochas filonianas **V.** Duas rochas anteriores **VI.** Nenhuma das rochas anteriores

9. Explique a formação de cristais de biotite-cordierite de elevadas dimensões nas rochas próximas do corpo plutónico, tendo presente que a cordierite é um mineral indicador de condições de pressão reduzida.

– FIM –

Nota: Nas questões de desenvolvimento com dois ou três tópicos, foi elaborada uma proposta de resolução que articula os critérios usados nos exames nacionais e nas provas intermédias dos últimos anos. Assim, a formulação dos critérios de correção atuais foi complementada com uma explicação entre parêntesis que corresponderá à resposta pretendida em exame.

PROVA B

Grupo I

1. A – II, B – II, C – I, D – I, E – II, F – III, G – I, H – II

2. Opção D.

3. Opção B.

4. Opção B.

5. Opção A.

6. Opção C.

7. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos:*

– Relacionar a criação do Parque de Yosemite com a preservação das espécies – a criação do Parque de Yosemite permitiu a preservação das populações de veados e de pumas, mas levou à eliminação do lobo.

– Relacionar o desequilíbrio causado no ecossistema do Parque de Yosemite pela eliminação do lobo com a diminuição da distribuição das espécies vegetais – a eliminação do lobo no Parque de Yosemite permitiu o aumento da população de veados e consequentemente a redução da distribuição de algumas espécies vegetais.

Grupo II

1. A – E – D – B – C – F

2. Verdadeiras: A, D, E, G; Falsas: B, C, F, H.

3. Opção A.

4. Opção C.

5. Opção D.

6. Opção D.

7. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos:*

– Relacionar a importância da água com a existência de vida – os seres vivos necessitam de água para sobreviverem, desempenhando a água um papel estrutural na constituição dos organismos, sendo essencial nas reações metabólicas.

– Relacionar a deteção de águas noutros planetas com a existência de vida extraterrestre – sendo a água imprescindível para a existência de vida como a conhecemos, a existência de água em outros planetas seria um argumento favorável à existência de vida extraterrestre.

8. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos:*

– Relacionar a sismologia com o estudo da estrutura interna da Terra – a sismologia é um método de estudo da estrutura interna da Terra, dado que a velocidade de propagação das ondas sísmicas permite inferir o estado físico, a densidade e a rigidez dos materiais que constituem internamente a Terra.

– Relacionar a geodinâmica interna de Marte com a da Terra – Marte, ao contrário da Terra, é geologicamente inativo, não ocorrendo sismos com origem da tectónica neste planeta.

– Relacionar o estudo da sismologia com a instalação obrigatória de uma rede de sismógrafos – para detetar os hipotéticos sismos seria necessário instalar uma rede de sismógrafos e assim obter sismogramas, o que é impossível tendo em conta que nenhuma missão espacial com seres humanos viajou até Marte.

Grupo III

1. Opção B.

2. Opção A.

3. Opção D.

4. Opção C.

5. Aquando da divisão do hospedeiro, o endossimbionte vai apenas vai para uma das célula-filhas de *H. arenicola* e o facto de o plastídeo possuir a maioria dos genes para o seu metabolismo.

6. Opções C e F.

7. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos*:

– Relacionar a endossimbiose com a endocitose da alga *Nephroselmis* pelo protista *H. arenicola* – durante o seu ciclo de vida, o protista *H. arenicola* endocita a alga *Nephroselmis*, estabelecendo-se uma relação de endossimbiose entre os dois indivíduos.

– Relacionar a degeneração do sistema de vesículas digestivas da *H. arenicola* com a sobrevivência da alga endocitada – as vesículas digestivas segregam materiais que poderiam promover a digestão da alga endocitada, pelo que, para a alga sobreviver, o *H. arenicola* não forma vesículas digestivas que a destruiriam.

Grupo IV

1. Opção A.

2. Opção B.

3. Opção B.

4. Opção D.

5. Opção C.

6. Opção A.

7. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos:*

– Relacionar o grau de consolidação dos materiais com os movimentos em massa – quanto menos consolidados estiverem os materiais maior será a probabilidade de ocorrer um movimento em massa, uma situação que se constata nas escombreiras que são quase sempre formadas por materiais processados que não são consolidados.

– Relacionar a inclinação do terreno e a intensa precipitação com a ocorrência de movimentos de massa – quanto maior a inclinação, maior o risco de movimentos em massa. A intensa precipitação potencia o risco de movimento em massa, uma vez que a água atua como um lubrificante, diminuindo o atrito e a resistência dos materiais. Também aumenta o volume dos materiais e a sua desagregação, facilitando o seu transporte.

8. A – V, B – IV, C – VI, D – I, E – I, F – V, G – II.

9. *A resposta deve abordar os seguintes tópicos:*

– Relacionar a ocorrência de metamorfismo com a proximidade de corpo plutónico – nas imediações de um corpo plutónico, devido às elevadas temperaturas, pode ocorrer recristalização das rochas devido ao metamorfismo de contacto.

– Relacionar as condições de pressão com a formação de cristais de biotite-cordieite – sendo a cordierite um mineral indicador de condições de pressão reduzida, é indicador de condições de metamorfismo de contacto, que se caracteriza por baixas pressões e temperaturas altas, que permitiram a formação de cristais de maiores dimensões.